



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力光パルス信号からクロック成分を抽出するクロック抽出装置であって、  
当該入力光パルス信号に応じてフォトカレントを発生する光素子と、

当該光素子から出力されるフォトカレントから所定周波数帯のクロック成分を抽出するクロック抽出手段と、  
当該クロック抽出手段の出力を位相調整する位相調整手段とからなることを特徴とするクロック抽出装置。

【請求項 2】 当該クロック抽出手段が、当該光素子から出力されるフォトカレントから所定周波数帯を抽出するフィルタ手段からなる請求項 1 に記載のクロック抽出装置。

【請求項 3】 当該クロック抽出手段が PLL 回路からなる請求項 1 に記載のクロック抽出装置。

【請求項 4】 更に、当該光素子から出力されるフォトカレントの強度を検出するフォトカレント強度検出手段と、当該フォトカレント強度検出手段の出力に従い、当該フォトカレントの強度が実質的に最小になるように当該位相調整手段の位相調整量を制御する位相制御手段とを具備する請求項 1 に記載のクロック抽出装置。

【請求項 5】 更に、当該光素子から当該フォトカレントを取り出すと共に、当該位相調整手段の出力を、当該光素子から取り出された当該フォトカレントとは分離して変調信号として当該光素子に印加する分離手段を具備する請求項 1 に記載のクロック抽出装置。

【請求項 6】 当該分離手段がサーキュレータからなる請求項 5 に記載のクロック抽出装置。

【請求項 7】 入力光パルス信号をリタイミングするリタイミング装置であって、

当該入力光パルス信号が入力し、当該入力光パルス信号に応じてフォトカレントを発生すると共に、外部変調信号に応じて当該入力光パルス信号を強度変調する光変調手段と、

当該光変調手段から出力されるフォトカレントから所定周波数帯のクロック成分を抽出するクロック抽出手段と、

当該クロック抽出手段の出力を位相調整する位相調整手段と、

当該光変調手段から当該フォトカレントを取り出して当該クロック抽出手段に供給すると共に、当該位相調整手段の出力を、当該光変調手段から取り出された当該フォトカレントとは分離して変調信号として当該光変調手段に印加する分離手段と、

当該光変調手段に当該変調信号として印加される当該位相調整手段の出力が、当該入力光パルス信号と所定の位相関係になるように当該位相調整手段の位相調整量を制御するクロック位相制御手段と、

当該光変調手段のバイアスを発生するバイアス発生手段とからなることを特徴とするリタイミング装置。

【請求項 8】 当該クロック抽出手段が、当該光変調手段から出力されるフォトカレントから所定周波数帯を抽出するフィルタ手段からなる請求項 7 に記載のリタイミング装置。

【請求項 9】 当該クロック抽出手段が PLL 回路からなる請求項 7 に記載のリタイミング装置。

【請求項 10】 当該クロック位相制御手段が、当該光変調手段から取り出されたフォトカレントの強度を検出するフォトカレント強度検出手段と、当該フォトカレント強度検出手段の出力に従い、当該フォトカレントの強度が実質的に最小になるように当該位相調整手段の位相調整量を制御する位相制御手段とからなる請求項 7 に記載のリタイミング装置。

【請求項 11】 当該クロック位相制御手段が、当該光変調手段の出力光強度を検出する出力光強度検出手段と、当該出力光強度検出手段の出力に従い、当該光変調手段の出力光強度が実質的に最大になるように当該位相調整手段の位相調整量を制御する位相制御手段とからなる請求項 7 に記載のリタイミング抽出装置。

【請求項 12】 当該分離手段がサーキュレータからなる請求項 7 に記載のリタイミング装置。

【請求項 13】 入力光パルス信号のデータ波形を CW のプローブ光に転写する波形転写装置であって、  
外部変調信号に応じて入力光を強度変調する光変調手段であって、当該入力光パルス信号及び当該プローブ光が互いに分離自在に入力し、当該入力光パルス信号に応じてフォトカレントを発生する光変調手段と、  
当該光変調手段から出力されるフォトカレントから所定周波数帯のクロック成分を抽出するクロック抽出手段と、

当該クロック抽出手段の出力を位相調整する位相調整手段と、

当該光変調手段から当該フォトカレントを取り出して当該クロック抽出手段に供給すると共に、当該位相調整手段の出力を、当該光変調手段から取り出された当該フォトカレントとは分離して変調信号として当該光変調手段に印加する分離手段と、

当該光変調手段に当該変調信号として印加される当該位相調整手段の出力が、当該入力光パルス信号と所定の位相関係になるように当該位相調整手段の位相調整量を制御するクロック位相制御手段と、

当該光変調手段のバイアスを発生するバイアス発生手段と、

当該光変調手段により強度変調された当該プローブ光を外部に出力する出力手段とからなることを特徴とする波形転写装置。

【請求項 14】 当該クロック抽出手段が、当該光変調手段から出力されるフォトカレントから所定周波数帯を抽出するフィルタ手段からなる請求項 13 に記載の波形転写装置。

【請求項 1 5】 当該クロック抽出手段が P L L 回路からなる請求項 1 3 に記載の波形転写装置。

【請求項 1 6】 当該クロック位相制御手段が、当該光変調手段から取り出されたフォトカレントの強度を検出するフォトカレント強度検出手段と、当該フォトカレント強度検出手段の出力に従い、当該フォトカレントの強度が実質的に最小になるように当該位相調整手段の位相調整量を制御する位相制御手段とからなる請求項 1 3 に記載の波形転写装置。

【請求項 1 7】 当該分離手段がサーキュレータからなる請求項 1 3 に記載の波形転写装置。

【請求項 1 8】 更に、当該プローブ光を当該光変調手段内で当該入力光パルス信号とは逆の伝搬方向に伝搬するように入力するプローブ光入力手段と、当該入力光パルス信号を当該光変調手段に供給すると共に、当該光変調手段から出力される当該プローブ光の成分を外部に出力する光サーキュレータ手段とを具備する請求項 1 3 に記載の波形転写装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、クロック抽出装置、リタイミング装置及び波形転写装置に関し、より具体的には、光パルス信号、例えば、数 G b p s / 秒以上のビットレートで変調された光パルス信号からクロックを抽出するクロック抽出装置、クロック抽出と同じに当該光パルス信号をリタイミングするリタイミング装置、及び抽出されたクロックにより入力光パルス信号の波形を別の入力光に転写する波形転写装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 数 G b i t / s 以上の高速・長距離の光伝送システムでは、中継器で光信号を再生する際に、光パルスを波形整形及び／又はリタイミングすべき状況があり、そのために、クロック抽出装置及び波形整形装置が中継器に設けられる。

【0 0 0 3】 図 1 0 は、従来のクロック抽出・波形整形装置の概略構成ブロック図を示す。本線からの光信号は、光分岐素子 1 1 0 により 2 分割されその大部分が光強度変調器 1 1 2 に印加され、残りが R F クロック抽出回路 1 1 4 に供給される。

【0 0 0 4】 R F クロック抽出回路 1 1 4 では、光分岐素子 1 1 0 からの光信号は広帯域の受光素子 1 1 6 に入力し、電気信号に波形転写される。狭帯域アンプ 1 1 8 は受光素子 1 1 6 の出力信号を増幅し、その出力は、S A W からなる狭帯域共振器フィルタ 1 2 0 に印加され、ここで既知のクロック周波数帯域のみが抽出される。可変位相調整回路 1 2 2 は、後述するクロック位相制御回路 1 3 2 からのクロック位相制御信号に従い、フィルタ 1 2 0 の出力信号の位相を調整する。可変位相調整回路 1 2 2 の出力が、R F クロック抽出回路 1 1 4 の出力となる。

【0 0 0 5】 R F クロック抽出回路 1 1 4 ( の可変位相調整回路 1 2 2 ) の出力は高出力アンプ 1 2 4 に印加され、アンプ 1 2 4 は、可変位相調整回路 1 2 2 の出力を光強度変調器 1 1 2 を駆動できる電圧まで増幅する。アンプ 1 2 4 の出力は、コンデンサ 1 2 6 C を介して光強度変調器 1 1 2 の一方の電極に印加され、その同じ電極には、バイアス電源 1 2 8 からのバイアス電圧又は電流が、高周波除去用のインダクタンス 1 2 6 L を介して印加される。コンデンサ 1 2 6 C 及びインダクタンス 1 2 6 L は、アンプ 1 2 4 の出力にバイアス電圧又は電流を加算するバイアス加算回路を構成する。

【0 0 0 6】 光強度変調器 1 1 2 は、バイアス加算回路 1 2 6 からの電気信号に従い、光分岐素子 1 1 0 からの光信号を強度変調する。バイアス電源 1 2 8 の出力するバイアス値は、光強度変調器 1 1 2 が、R F クロック抽出回路 1 1 4 から出力されるクロック・パルスの持続期間では、入力光を低損失又は無損失で透過し、非持続期間では、入力光を大きく損失又は遮断するように、設定される。これにより、R F クロック抽出回路 1 1 4 から出力されるクロック・パルスの非持続期間では、雑音が抑圧される。また、R F クロック抽出回路 1 1 4 から出力されるクロックの持続期間では、入射光パルスがオフのときには、若干の雑音が残るものの、入射光パルスがオンのときには、抽出されたクロックの波形と光強度変調器 1 1 2 の印加電圧対透過率特性により入射光パルスを波形整形できる。R F クロック抽出回路 1 1 4 から出力されるクロックの持続期間を短くすることで、波形整形機能、例えば、光パルス幅低減機能を持たせることができる。

【0 0 0 7】 光強度変調器 1 1 2 の出力光は、光分岐素子 1 3 0 により 2 分割され、その大部分が後段の光回路又は光伝送路に供給されるが、一部がクロック位相制御回路 1 3 2 の、出力光強度をモニタするための受光素子 1 3 4 に入力する。受光素子 1 3 4 は入力光をその光強度に応じた電気信号に波形転写して、最大値制御回路 1 3 6 に印加する。最大値制御回路 1 3 6 は、受光素子 1 3 4 の出力を一定期間内で積分又は平均化し、受光素子 1 3 4 の出力電圧が最大になるように R F クロック抽出回路 1 1 4 の可変位相調整回路 1 2 2 の位相調整量を制御する。これにより、光強度変調器 1 1 2 による光強度の調整タイミング、即ち波形整形タイミングを最適化制御できる。

【0 0 0 8】 狭帯域アンプ 1 1 8 及び狭帯域共振器フィルタ 1 2 0 の代わりに P L L 回路を使用した構成も知られている。図 1 1 は、従来の R F クロック抽出回路の概略構成ブロック図を示す。図 1 1 に示す R F クロック抽出回路 1 4 0 では、光分岐素子 1 1 0 からの受信光は、広帯域受光素子 1 1 4 と同様の性能の広帯域受光素子 1 4 2 に入射する。位相比較器 1 4 4、D C アンプ 1 4 6、積分回路 (又はループ・フィルタ) 1 4 8 及び電圧

制御発振器（VCO）150は、周知のPLL回路を構成する。位相比較器144は、受光素子142の出力と電圧制御発振器150の出力の位相を比較し、その位相差に応じた電圧値の電圧信号を出力する。位相比較器144の出力電圧はDCアンプ146により増幅され、積分回路148により平滑化されて、電圧制御発振器150に印加される。電圧制御発振器150は、周知の通り入力電圧に応じた発振周波数で発振し、その出力クロック信号は、位相比較のために位相比較器144に印加されると共に、可変位相調整回路152にも印加される。可変位相調整回路152は、クロック位相制御回路132からのクロック位相制御信号に従い電圧制御発振器150からのクロック信号の位相を調整して、高出力アンプ124に出力する。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来例では、入力光からクロック信号を抽出するのに広帯域の受光素子114、142が不可欠である。

【0010】また、クロックを抽出するのに、入射光を2分割する光分岐素子110が必要になり、光分岐素子110での分波により、光強度変調器112の入射光強度が減少し、信号対雑音比が低下する。この結果、光パルスの再生性能又は雑音抑圧性能が低下する。

【0011】本発明は、このような問題点を解決し、広帯域受光素子を必要としないクロック抽出装置並びにその抽出クロックを利用するリタイミング装置及び波形転写装置を提示することを目的とする。

【0012】本発明はまた、クロックを抽出するための光分岐素子を必要としないクロック抽出装置並びにその抽出クロックを利用するリタイミング装置及び波形転写装置を提示することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明では、光素子、例えば、光変調手段が入力光パルス信号の入力に応じて発生するフォトカレントを利用し、当該入力光パルス信号のクロック成分を抽出する。抽出されたクロック信号を当該光変調手段に印加して、強度変調することにより、入力光パルス信号をリタイミングできる。即ち、単一の光素子で、クロック成分の抽出とリタイミングの両方を実現できることになる。

【0014】単純なフィルタ又はPLLにより、簡単にフォトカレントからクロック成分を得ることができる。フォトカレントの強度が最小になるように、抽出クロックの位相を調整する構成を採用することにより、リタイミング後の光パルスを分岐しなくて良くなる。

【0015】光素子又は光変調手段から当該フォトカレントを取り出すと共に、当該位相調整手段の出力を、当該光素子から取り出された当該フォトカレントとは分離して変調信号として当該光素子又は光変調手段に印加する分離手段を設けることにより、簡易な構造で、フォ

カレントの取り出しと、同じ素子への変調信号の印加を実現できる。即ち、1つの素子でクロック抽出と、抽出したクロックによるリタイミングの両方に実現でき、構成を簡略化できる。この分離手段は例えばサーキュレータからなる。

【0016】更には、光変調手段に入力光パルス信号とは分離自在にCWプローブ光を入力することで、特別のクロック源無しで効率的に入力光パルス信号の波形をプローブ光に転写できる。即ち、入力光パルス信号と同じパルス波形のプローブ光を得ることができる。CWのプローブ光に波形転写するので、得られた波形転写光は、ノイズ光の少ない高品質のパルス光となる。入力光パルス信号の波長とプローブ光の波長を別にすれば、波長変換も同時に実現できる。外部クロック源が不要になるので、構成を簡略化でき、安価に実現できる。

【0017】プローブ光を、光変調手段内で入力光パルス信号とは逆の伝搬方向に伝搬するように入力することで、波形転写後のプローブ光を容易に取り出せる。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0019】図1は、本発明の第1実施例の概略構成ブロック図を示す。10は、印加電圧に応じて入力光の透過率が変化し、光ゲート素子として機能し得る吸収型半導体光変調器である。吸収型半導体光変調器はまた、入力光の強度（その吸収の程度）に応じた大きさのフォトカレントを電極に発生し、本実施例では、このフォトカレントを利用して入力光パルスからクロック成分を抽出する。

【0020】光変調器10の一方の電極10aはアースに接続し、他方の電極10bは、サーキュレータ12のポートBに接続すると共に、インダクタンス14を介してバイアス電源16の出力に接続する。サーキュレータ12はポートAの入力をポートBから出力し、ポートBの入力をポートCから出力する電気素子である。サーキュレータ12のポートCは、DCカット用のコンデンサ18を介してRFアンプ20の入力に接続する。RFアンプ20の出力は、クロック周波数帯域を抽出するSAWからなる狭帯域共振器フィルタ22に印加され、フィルタ22の出力は、可変長位相調整回路24に印加される。可変位相調整回路24には、後述するクロック位相制御回路36からクロック位相制御信号が供給され、そのクロック位相制御信号に従いフィルタ22の出力の位相を調整する。可変位相調整回路24の出力は、アイソレータ26と図示しない2R光中継系などに印加される。アイソレータ26の出力は、DCカット用コンデンサ28を介してサーキュレータ12のポートAに印加される。

【0021】光変調器10には、光パルス信号が入力用光伝送路30を介して印加され、光変調器10は、処理

後の光パルス信号を出力用光伝送路32に出力する。出力用光伝送路32には、出力用光伝送路32を伝搬する光信号の一部を取り出してクロック位相制御回路36に供給する光分岐素子34が設けられている。クロック位相制御回路36は、従来例のクロック位相制御回路130と同様の構成及び機能からなり、処理後の光パルス信号の強度が最大になるように可変位相調整回路24の位相調整量を制御するクロック位相制御信号を生成し、可変位相調整回路24に印加する。

【0022】図1に示す実施例の動作を説明する。バイアス電源16の出力電圧はインダクタンス14を介して光変調器10に印加される。バイアス電源16の出力するバイアス値及び可変位相調整回路24の出力の振幅は、可変位相調整回路24から出力されるクロック信号の正の半周期（又はパルス持続期間）では、光変調器10が入力光を低損失又は無損失で透過し、負の半周期（又はパルス非持続期間）では、入力光を大きく損失又は遮断するように、設定される。

【0023】光変調器10に出力用光伝送路30から光信号パルスが入力すると、光変調器10は、その入力光パルスの強度（正しくは、その吸収量）に応じた大きさのフォトリントが発生する。このフォトリントは、光変調器10の印加電圧が一定であれば、入力光パルスの時間波形を相似した波形を具備し、少なくとも入力光パルスの有無を反映する。発生したフォトリントは、電極10bから取り出され、サーキュレータ12のポートBに印加され、ポートCから出力される。サーキュレータ12のポートCから出力される電流は、コンデンサ18によりDC成分をカットされて、RFアンプ20に印加され、電流／電圧波形転写及び増幅される。RFアンプ20は、図10に示すアンプ118と同様に、クロック成分を選択的に増幅するように設計されている。SAWからなる狭帯域共振器フィルタ22は、アンプ20の出力から既知のクロック周波数帯域のみを抽出し、可変位相調整回路24に印加する。

【0024】可変位相調整回路24は、可変位相調整回路122と同様に、クロック位相制御回路36からのクロック位相制御信号に従いフィルタ22の出力信号の位相を調整する。可変位相調整回路24の出力が、出力用光伝送路30から入力する光パルス信号から抽出したRFクロック信号となり、反射除去のためのアイソレータ26及びDCカット用のコンデンサ28を介してサーキュレータ12のポートAに印加され、そのポートBから変調信号として光変調器10に供給される。従って、可変位相調整回路24の出力（RFクロック信号）が、バイアス電源16の出力するバイアス電圧に重畳して、光変調器10の電極10bに印加されることになる。

【0025】図2は、本実施例のタイミング・チャートを示す。図2（a）は、出力用光伝送路30を伝搬して、光変調器10に出力する光パルス信号の波形図、同

（b）は、可変位相調整回路24の出力（抽出されたRFクロック信号）、同（c）は、光変調器10の出力光の波形図をそれぞれ示す。この実施例では、図2（a）に示すように、光パルス信号はRZ信号であり、光パルスと光パルスの間には、無視できない大きさのノイズ光が存在する。ノイズ光は一般に、伝送距離が長くなるほど大きくなる。

【0026】抽出されたクロック信号が可変位相調整回路24で最適に位相調整されている場合、光変調器10は入力光パルスのパルス期間（データ内容によってはパルス光が存在し得る期間を含む。）をほとんど吸収せずに透過出力するので、フォトリント出力が減少する。しかし、実際には、入力光パルスには絶えず時間的に変動する揺らぎ（ジッタ）が存在するので、フォトリント出力が定常的にゼロになることは無い。従って、本実施例の光変調器10は、ジッタ成分の抑圧された光パルス信号を出力できる。即ち、本実施例より、光パルス信号を正しくリタイミングできる。

【0027】本実施例でも、従来例と同様に、入力光パルスを、これから抽出されたRFクロック信号によりゲートすることになり、図2（c）に示すように、光パルスの存在し得る期間（パルス期間）のノイズ光を除去することはできないものの、光パルスの存在し得ない期間（非パルス期間）のノイズ光を効果的に除去できる。即ち、本実施例は、ノイズ光抑圧装置として機能する。また、図1に示す実施例では、光変調器10が、印加電圧に応じて透過率の変化する光素子である場合、可変位相調整回路24の出力するRFクロック信号の時間波形を意図的に鋭くすることで、光パルス波形を時間軸上で細くすることも原理的には可能である。勿論、光変調器10の応答速度が十分に速いことが前提となる。例えば、図2（b）では、可変位相調整回路24の出力するRFクロック信号は正弦波になっているが、これを持続期間のごく短い矩形パルス又は三角波パルスとすることで、入力光パルスのパルス幅をより狭くできる。即ち、本実施例は、波形整形装置として機能させることもできる。

【0028】光変調器10から出力用光伝送路32に出力された光パルス信号は、そのまま、出力用光伝送路32を伝搬するが、光分岐素子34により一部分が分岐されて、クロック位相制御回路36に入力する。クロック位相制御回路36は従来例のクロック位相制御回路132と全く同じ回路構成からなり、入力光の強度（即ち、出力用光伝送路32を伝搬する光パルス信号の強度）が最大になるように、可変位相調整回路24の位相調整量を制御する。これにより、光変調器112による光強度の調整タイミング、即ち波形整形タイミングを最適化制御できる。

【0029】図1に示す実施例では、サーキュレータ12は、光変調器10から取り出されるフォトリントと、光変調器10に印加すべき変調信号（抽出されたR

F クロック信号) を分離する手段として機能する。サーキュレータ 12 以外にも、このような分離機能を具備する回路又は素子を使用し得ることはいうまでもない。

【0030】図 1 に示す実施例の光変調器 10 の代わりに半導体レーザ増幅器を使用しても、光変調器 10 の場合と全く同じ作用効果を得ることができる。何故ならば、半導体レーザ増幅器も、印加電流に応じて入力光をゲートできると共に、入力光に応じて電極にフォトリントを発生するからである。また、RF アンプ 20 及びフィルタ 22 の代わりに、図 11 に示す PLL 回路構成

【0031】図 1 に示す実施例では、処理後の光信号の強度をモニタした結果により、RF クロック信号の位相を調整したが、フォトリントの大きさによりクロック信号の位相を調整しても、同様の作用効果を得ることができる。この場合、光分岐素子 34 を設けなくてよくなるので、リタイミングした光信号を有効利用できる。図 3 は、その変更実施例の概略構成ブロック図を示す。図 1 と同じ構成要素には同じ符号を付してある。RF パワー検出器 40 は、アンプ 20 の入力信号のパワーを検出し、最小値制御回路 42 は、RF パワー検出器 40 の検出出力に従い、RF パワー検出器 40 の出力が最低になるように可変位相調整回路 24 の位相調整量を制御する。このように、光変調器 10 に変調信号として印加される RF クロック信号の位相が、光変調器 10 に入力する光パルスの位相と最もよく合致する場合に、発生するフォトリントが最も小さくなるので、最小値制御回路 42 が、そのように可変位相調整回路 24 を制御する。

【0032】図 3 に示すように変更することで、光分岐素子 34 が不要になる。即ち、図 1 に示す実施例では、光分岐素子 34 により、リタイミング後の光信号が減少し、信号対雑音比が劣化するが、図 3 に示す変更実施例では、このような弊害が無くなる。

【0033】次に、双方向共振器型構成のクロック抽出回路を用いた実施例を説明する。図 4 は、その実施例の概略構成ブロック図を示す。50 は、吸収型半導体光変調器 10 と同様の特性の吸収型半導体光変調器であり、その一方の電極 50a はアースに接続し、他方の電極 50b は、インダクタンス 52 を介してバイアス電源 54 の出力に接続すると共に、コンデンサ 56 を介して双方向狭帯域アンプ 58 の一方の入出力端子に接続する。双方向狭帯域アンプ 58 の他方の入出力端子は、位相調整器 60 を介して狭帯域共振器フィルタ 62 に接続する。双方向狭帯域アンプ 58 は、光パルス信号のクロック成分を選択的に、しかも双方向で増幅する増幅装置である。狭帯域共振器フィルタ 62 は、入力光に含まれるクロック周波数帯を共振器構造により選択的に反射する。位相調整器 60 は、アンプ 58 からの信号及びフィルタ 62 からの信号に等しい量の位相シフトを与える。

【0034】64 は光変調器 50 に光パルス信号を入力

する入力用光伝送路、66 は、光変調器 50 から出力されるリタイミング後の光パルスを伝搬する出力用光伝送路、67 は出力用光伝送路 66 を伝搬する光パルスを分岐する光分岐素子、68 は光分岐素子 67 からの光パルス信号の強度が最大になるように、位相調整器 60 の位相量を制御するクロック位相制御回路である。

【0035】図 4 に示す実施例の動作を説明する。バイアス電源 54 の出力電圧はインダクタンス 52 を介して光変調器 50 に印加される。この実施例でも、バイアス電源 54 の出力するバイアス値及び双方向狭帯域アンプ 58 の利得は、アンプ 58 からコンデンサ 56 を介して光変調器 50 に供給される変調信号 (RF クロック信号) の正の半周期 (又はパルス持続期間) では、光変調器 50 が入力光を低損失又は無損失で透過し、負の半周期 (又はパルス非持続期間) では、入力光を大きく損失又は遮断するように、設定される。

【0036】光変調器 10 の場合と同様に、光変調器 50 も、入力用光伝送路 64 から光信号パルスが入力すると、その入力光パルスの強度 (正しくは、その吸収量) に応じた大きさのフォトリントを発生する。このフォトリントは、光変調器 50 の印加電圧が一定であれば、入力光パルスの時間波形に相似した波形を具備し、少なくとも入力光パルスの有無を反映する。発生したフォトリントは、電極 50b から取り出され、コンデンサ 56 により DC 成分をカットされて双方向狭帯域アンプ 58 に印加され、増幅される。アンプ 58 により増幅されたフォトリント成分は、位相調整器 60 により位相調整され、狭帯域共振器フィルタ 62 に印加され。狭帯域共振器フィルタ 62 は、位相調整器 60 からの信号からクロック成分を抽出して、位相調整器 60 に戻す。位相調整器 60 は、フィルタ 62 からの信号 (クロック成分) を再び、同じ量だけ位相調整して、アンプ 58 に印加する。アンプ 58 は位相調整器 60 からのクロック信号成分を選択的に増幅し、その出力はコンデンサ 56 を介して光変調器 50 の電極 50b に変調信号として印加される。

【0037】光変調器 50 は光変調器 10 の場合と同様に、抽出されたクロック信号により、入力用光伝送路 64 からの光パルス信号を強度変調し、パルス期間の光を無損失又は低損失で透過し、それ以外の期間の光を遮断又は大きく減衰する。このようにリタイミングされた光パルス信号は、出力用光伝送路 66 を介して後段の光回路又は光伝送路に供給される。

【0038】図 1 の光分岐素子 34 及びクロック位相制御回路 36 と同様に、クロック位相制御回路 68 が、光分岐素子 67 からの光パルス信号に従い、その光強度が最大になるように、位相調整器 60 の位相調整量を制御する。

【0039】このようにして、図 1 及び図 3 と同様に、光変調器 50 に入力する入力光パルス信号からフォトカ

レントによりクロック成分を抽出し、同じ光変調器 50 の透過特性を制御することにより、広帯域受光素子を使用せずに、簡単な構成で入力光パルス信号をリタイミングすることができる。また、スペース期間のノイズ光を除去でき、必要により光パルスを波形整形できる。

【0040】図 5 は、図 3 に示す実施例を利用して、信号光のパルス波形（データ波形）を別の光（プローブ光）に波形転写する波形転写装置の実施例の概略構成ブロック図を示す。図 3 と同じ構成要素には、同じ符号を付してある。この実施例では、フォトカレントによるク

ロックス抽出技術を使用することにより、信号光に同期したクロックを自動生成できるので、外部クロック無しに波形転写装置を実現できる。

【0041】なお、吸収型半導体光変調器又は半導体レーザ増幅器の一端面に波長  $\lambda_p$  のプローブ光を入射し、他端面に波長  $\lambda_s$  の信号光を入射することで、信号光の波形をプローブ光に波形転写する波長波形転写装置は、周知である。例えば、同じ出願人による平成 8 年特許願第 233796 号がある。この波長変換装置では、例えば、その図 10 に図示されているように、プローブ光を信号光に同期した光パルス信号とし、必要により光変調器の印加電圧にも信号光に同期したクロック信号を重畳することで、波形整形機能及びビット抽出機能をも持たせることができる。同出願に記載の装置構成では、プローブ光及び／又は光変調器の変調信号に信号光に同期した繰り返し信号を含ませるために、従来例で説明したように、信号光からクロック成分を抽出するクロック抽出回路と抽出されたクロックによりプローブ光を変調するプローブ光変調回路等を別に設ける必要がある。

【0042】図 5 の構成及び動作を説明する。光サーキュレータ 70 のポート A には波長  $\lambda_s$  の RZ 形式のパルス信号光（以下、信号光  $\lambda_s$  と表記する。）が入力する。光サーキュレータ 70 のポート B は光伝送路 72 を介して光変調器 10 の一端面に接続し、光変調器 10 の他端面には光伝送路 74 を介して波長  $\lambda_p$  のプローブ光（以下、プローブ光  $\lambda_p$  と表記する。）が印加される。プローブ光  $\lambda_p$  は、本実施例では、CW 光である。

【0043】図 6 は、図 5 に示す実施例における光波形図であって、図 6 (a) は信号光  $\lambda_s$  の波形図、同 (b) はプローブ光  $\lambda_p$  の波形図、同 (c) は光サーキュレータ 70 のポート C から出力される波長  $\lambda_p$  の波形転写光（以下、波形転写光  $\lambda_p$  と表記する。）の波形図をそれぞれ示す。図 6 (a)、(b) 及び (c) で、縦軸は光強度、横軸は時間を示す。

【0044】光サーキュレータ 70 は、ポート A の入力光をポート B から出力するので、光サーキュレータ 70 のポート A に入力する信号光  $\lambda_s$  は光サーキュレータ 70 のポート B から光伝送路 72 を介して光変調器 10 に入力する。他方、光変調器 10 には、光伝送路 74 を介して CW のプローブ光  $\lambda_p$  が、信号光  $\lambda_s$  とは逆の伝搬

方向で入射する。バイアス電源 16 の発生するバイアス電圧は、光変調器 10 において信号光  $\lambda_s$  からプローブ光  $\lambda_p$  への波形転写が適切に行われるようなレベルに設定されることはいうまでもない。

【0045】図 3 に示す実施例で説明したように、可変位相調整回路 24 で生成され、アイソレータ 26、コンデンサ 28 及びサーキュレータ 12 を介して光変調器 10 の電極 10b に印加される RF クロック信号又は変調信号は、信号光  $\lambda_s$  に含まれるクロック周波数成分と周波数及び位相がほぼ合致したものとなる。従って、バイアス電源 16 による一定バイアス下でも、先の平成 8 年特許願第 233796 号に記載されるように、プローブ光  $\lambda_p$  は、光変調器 10 により信号光  $\lambda_s$  の波形に相似した波形に変形されるが、本実施例では更に、フォトカレントにより抽出された信号光  $\lambda_s$  のクロック信号による変調効果により、信号光  $\lambda_s$  のパルス期間に相当する期間の選択性が強まると共に、光パルスの存在すべきでない期間の光強度の減衰量が増加する。CW のプローブ光  $\lambda_p$  をベースにしているため、パルス期間及び低レベル期間の何れでも、光ノイズが低減する。即ち、光変調器 10 から出力された波形転写光  $\lambda_p$  は、光変調器 10 に直流バイアス電圧のみを印加する場合に比べて、消光比及び信号対雑音比が大幅に向上する。光変調器 10 から出力される波形転写されたプローブ光  $\lambda_p$  は、光伝送路 72 を伝搬して光サーキュレータ 70 のポート B に入力し、そのポート C から出力される。

【0046】本実施例では、信号光  $\lambda_s$  を分岐してクロックを抽出する手段を別に設けなくていいので、信号対雑音比の良い信号光  $\lambda_s$  を光変調器 10 に入力でき、これも、波形転写光  $\lambda_p$  の品質向上に寄与する。

【0047】プローブ光  $\lambda_p$  の波長  $\lambda_p$  を信号光  $\lambda_s$  の波長  $\lambda_s$  と等しくすることで、同じ波長間での波形転写を実現できることはいうまでもない。

【0048】上記実施例では、RZ 形式の光パルス信号をリタイミングしたが、以下のようにすることで、NRZ 形式の光パルス信号もリタイミングできる。図 7 は、その実施例の概略構成ブロック図を示す。図 3 と同じ構成要素には同じ符号を付してある。図 3 に示す実施例との相違は、光信号の入力側に正分散ファイバ 80 を配置したことである。正分散ファイバ 80 は、その非線形性作用により、NRZ 光信号を RZ 形式に波形転写する。図 8 は、本実施例の波形例を示す。図 8 (a) は正分散ファイバ 80 に入力する NRAZ 光信号、同 (b) は正分散ファイバ 80 から出力される光信号、同 (c) は同 (b) に示される光信号から抽出再生された 2 次高調波クロック、同 (d) は、光変調器 10 の出力光パルス、同 (e) は、受信側で復調されたデータ信号をそれぞれ示す。図 8 (a) ~ (d) の縦軸は光強度、横軸は時間を示す。図 8 (e) の縦軸はデータ値、横軸は時間を示す。

【0049】図8(a)に示すように、例えば、“01011010”というデータ列のNRZ光信号が図7に示す実施例の正分散ファイバ80に入力したとすると、そのNRZ光信号は、正分散ファイバ80の非線形作用により差動符号化され、図8(b)に示すようにRZ信号となる。

【0050】図8(b)に示すようなRZ光信号が光変調器10に入力すると、図3に示す実施例で説明したの同様に図8(c)に示すようなクロック信号が抽出及び再生され、光変調器10に変調信号として印加される。ここで抽出されるクロック信号は、元もののNRZ光信号のクロックの2倍の周波数(2倍高調波)である。これにより、図8(b)に示す光信号はリタイミングされると共に、スペース期間の雑音を抑制され、図8(d)に示すような綺麗な光パルス信号になる。受信側では、図8(d)に示す光パルス信号を電気信号に波形転写した後、差動復号化することで、図8(e)に示すように、NRZデータを復元できる。

【0051】図1及び図3に示す実施例はまた、モードロック・ファイバ・リング・レーザに適用して、モードロック動作の安定化を図ることができる。図9は、図3に示す実施例を利用したモードロック・ファイバ・リング・レーザの概略構成ブロック図を示す。90はエルビウムドープ光増幅ファイバ、92は指定の所望の波長光のみを通過する波長可変光フィルタ、94は、図1、図3又は図4に示すリタイミング装置であり、これらは、光ファイバ96によりリング状に接続されている。光増幅ファイバ90、波長可変フィルタ92、リタイミング装置94及び光ファイバ96からなるファイバ・リングの適当な箇所に、リング中でのレーザ発振光を取り出す出力用ファイバ・カップラ98を設けてある。

【0052】このようなリング構成では、光増幅ファイバ90で増幅された光から、波長可変フィルタ92が指定の波長(又は波長帯)を選択し、リタイミング装置94で強度変調されて、再び光増幅ファイバ90に入力する。この循環の過程で後述するような条件が成立する波長でレーザ発振する。レーザ発振光は、出力用ファイバ・カップラ98から外部に取り出される。

【0053】このようなリング・レーザでは、リング中の変調器(本実施例では、リタイミング装置94の光変調器10)の変調周波数 $f_m$ は、リングの実効ファイバ長を $L$ 、光速を $c$ としたとき、 $f_o = c/L$ を基本周波数として、その $f_o$ の整数倍である必要がある。実効ファイバ長 $L$ が変動すると、 $f_o$ が変化することになり、安定したモードロックを維持できなくなる。しかし、本実施例では、リタイミング装置94は、入力光からクロックを自動抽出してリタイミングするので、リングの実効ファイバ長 $L$ の変動に追従した周波数で入力光を変調することが可能になり、安定したモードロック動作を維持できる。リタイミング装置94が入力光を分岐せずに

フォトカレントによりクロックを抽出するので、リング中の光ロスが少なくなり、レーザ発振を得やすくなる。この意味では、変調後(リタイミング後)の光信号を分岐して抽出クロックの位相を調整する図1又は図4に示す実施例より、フォトカレントの強度により抽出クロックの位相を調整する図3に示す実施例の方が、光ロスが少ないので、リタイミング装置94に適している。

#### 【0054】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、簡単な構成で光パルス信号をリタイミングできる。即ち、光パルス信号のスペース期間の光ノイズを抑圧でき、光パルスの所定のタイミング位置に合わせると共に、パルス波形を整形できる。また、外部クロック無しで光パルス信号の波形を別のプローブ光に波形転写できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例の概略構成ブロック図である。

【図2】 図1に示す実施例の波形例である。

【図3】 本発明の第2実施例の概略構成ブロック図である。

【図4】 双方向共振器構造の本発明の第3実施例の概略構成ブロック図である。

【図5】 図3に示す実施例を波形転写装置に適用した例の概略構成ブロック図である。

【図6】 図5に示す実施例の波形例である。

【図7】 NRZ光信号をリタイミングする本発明の実施例の概略構成ブロック図である。

【図8】 図7に示す実施例の波形例である。

【図9】 本実施例を適用したモードロック・ファイバ・リング・レーザの概略構成ブロック図である。

【図10】 従来のリタイミング装置の概略構成ブロック図である。

【図11】 PLLを用いたRFクロック抽出回路の従来例の概略構成ブロック図である。

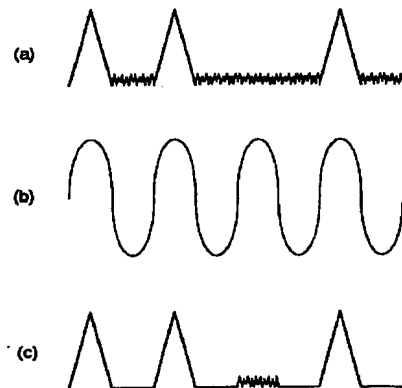
#### 【符号の説明】

- 10：吸収型半導体光変調器
- 10a, 10b：電極
- 12：サーキュレータ
- 14：インダクタンス
- 16：バイアス電源
- 18：DCカット用コンデンサ
- 20：RFアンプ
- 22：狭帯域共振器フィルタ
- 24：可変長位相調整回路
- 26：アイソレータ
- 28：DCカット用コンデンサ
- 30：入力用光伝送路
- 32：出力用光伝送路
- 34：光分岐素子

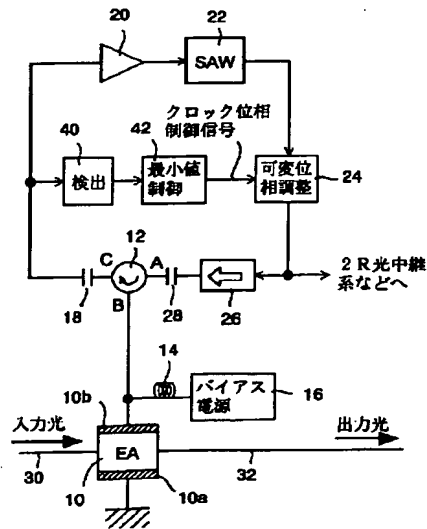


- 9 8 : 出力用ファイバ・カップラ  
1 1 0 : 光分岐素子  
1 1 2 : 光強度変調器  
1 1 4 : R F クロック抽出回路  
1 1 6 : 広帯域の受光素子  
1 1 8 : 狭帯域アンプ  
1 2 0 : 狭帯域共振器フィルタ  
1 2 2 : 可変位相調整回路  
1 2 4 : 高出力アンプ  
1 2 6 C : コンデンサ  
1 2 6 L : インダクタンス  
1 2 8 : バイアス電源  
1 3 0 : 光分岐素子  
1 3 2 : クロック位相制御回路  
1 3 4 : 受光素子  
1 3 6 : 最大値制御回路  
1 4 0 : R F クロック抽出回路  
1 4 2 : 広帯域受光素子  
1 4 4 : 位相比較器  
1 4 6 : D C アンプ  
1 4 8 : 積分回路 (又はループ・フィルタ)  
1 5 0 : 電圧制御発振器 (V C O)  
1 5 2 : 可変位相調整回路

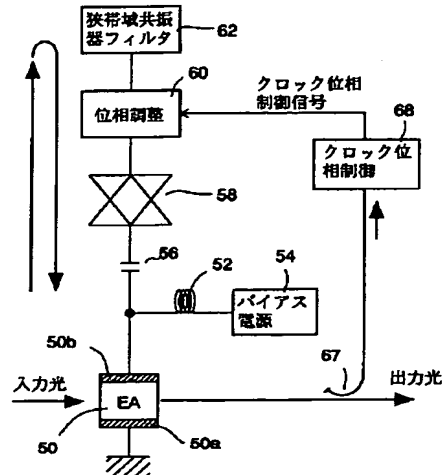
【図 2】



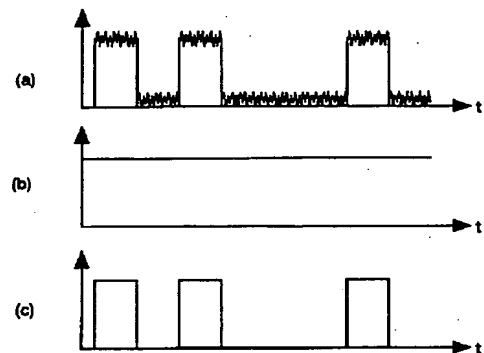
【図 3】



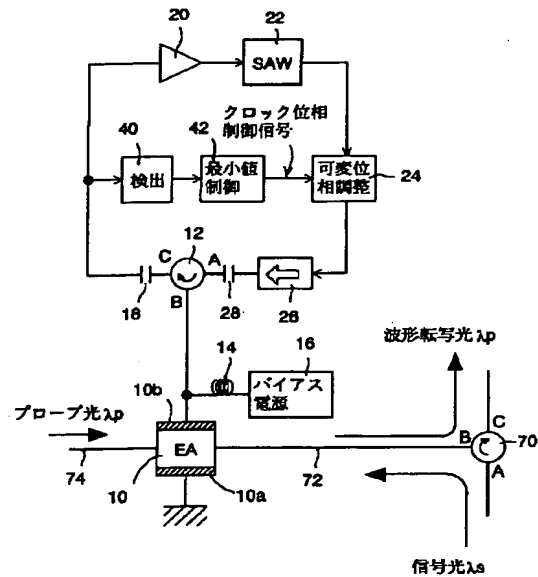
【図 4】



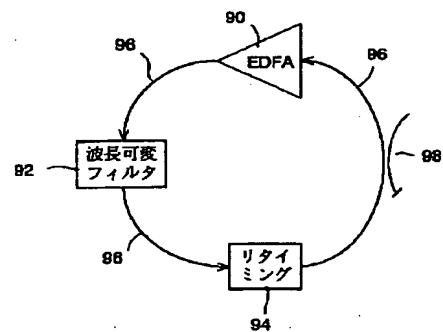
【図 6】



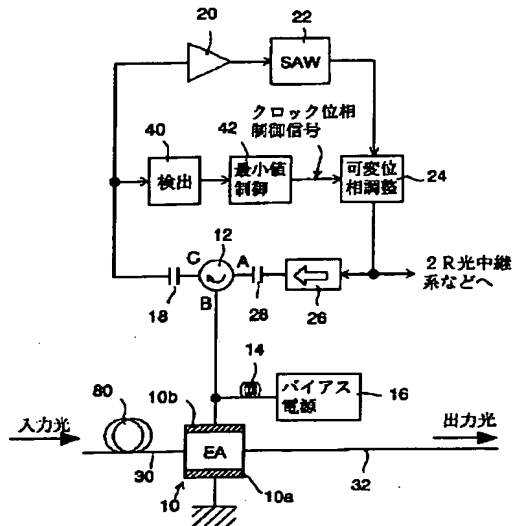
【図 5】



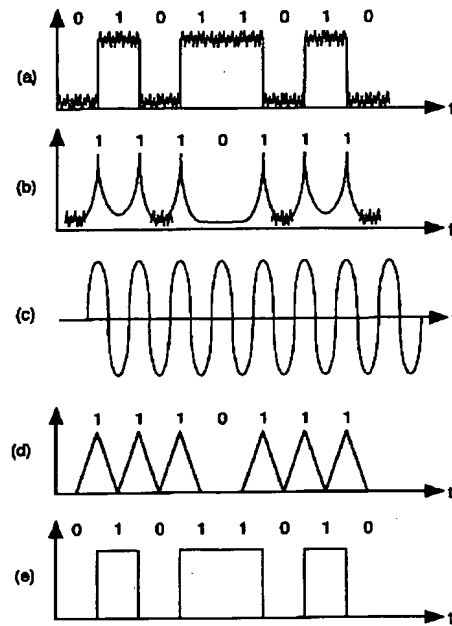
【図 9】



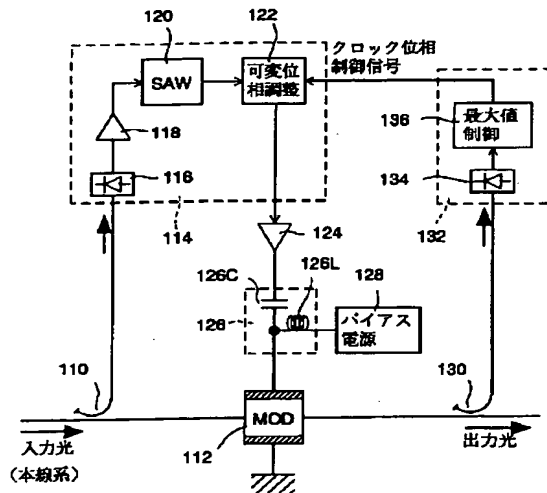
【図 7】



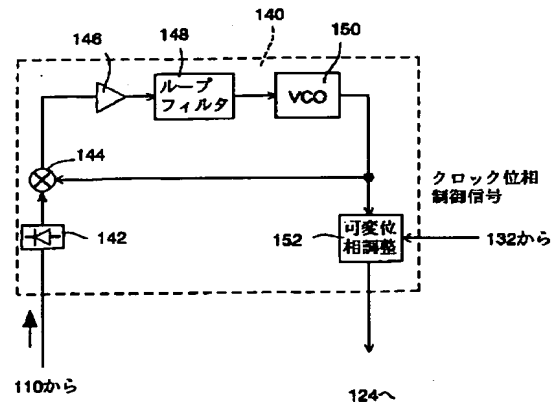
【图 8】



【図 10】



【图 1-1】



フロントページの続き

(51) Int .C1.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H O 4 B 10/06

10/00

(72)発明者 山本 周  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 2 号国際電  
信電話株式会社内

(72)発明者 秋葉 重幸  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 2 号国際電  
信電話株式会社内

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-038371

(43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/01  
 G02F 1/015  
 H04B 10/152  
 H04B 10/142  
 H04B 10/04  
 H04B 10/06  
 H04B 10/00

(21)Application number : 09-189748

(71)Applicant : KOKUSAI DENSIN DENWA CO LTD  
<KDD>

(22)Date of filing : 15.07.1997

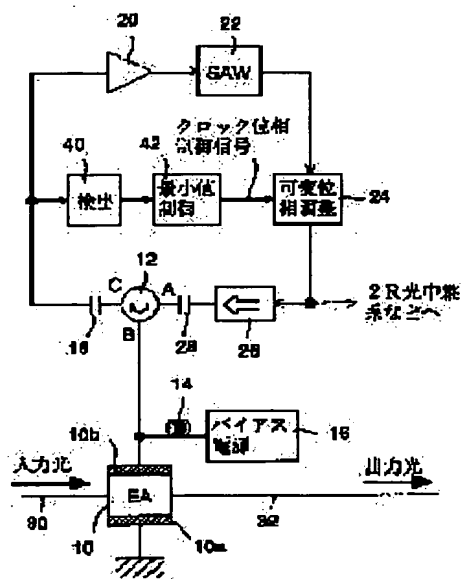
(72)Inventor : MIYAZAKI TETSUYA  
 SUZUKI MASATOSHI  
 EDAKAWA NOBORU  
 YAMAMOTO SHU  
 AKIBA SHIGEYUKI

## (54) CLOCK EXTRACTING DEVICE, RETIMING DEVICE AND WAVEFORM TRANSFER DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To retime an optical pulse signal by extracting a clock from the optical pulse signal without using a wide band photodetector.

SOLUTION: The optical pulse signal is applied to an absorption type semiconductor optical modulator 10. The optical modulator 10 generates a photocurrent according to input light, and the generated photocurrent is applied from an electrode 10a to a circulator 12 to be applied from its port C to a variable phase adjustment circuit 24 through a DC cut capacitor 18, an RF amplifier 20 and a narrow band resonator filter 22. An RF power detector 40 detects the power of the photocurrent, and a minimum value control circuit 42 controls the phase adjustment amount of the variable phase adjustment circuit 24 so that the output of the detector 40 becomes minimum. The output of the circuit 24 is applied to the optical modulator 10 as a modulation signal through an isolator 26, the DC cutting capacitor 28 and the ports A and B of the circulator 12. Further, a bias voltage is applied from a bias power source 16 to the modulator 10 through an inductance 14.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The clock extractor characterized by consisting of the light corpuscle child who is the clock extractor which extracts a clock component from an input light pulse signal, and generates FOTOKARENTO according to the input light pulse signal concerned, a clock extract means to extract the clock component of a predetermined frequency band from FOTOKARENTO outputted by the light corpuscle child concerned, and a phase adjustment means which carries out phase adjustment of the output of the clock extract means concerned.

[Claim 2] The clock extractor according to claim 1 with which the clock extract means concerned consists of a filter means to extract a predetermined frequency band from FOTOKARENTO outputted by the light corpuscle child concerned.

[Claim 3] The clock extractor according to claim 1 with which the clock extract means concerned consists of a PLL circuit.

[Claim 4] Furthermore, the clock extractor possessing a photograph current on-the-strength detection means to detect the reinforcement of FOTOKARENTO outputted by the light corpuscle child concerned, and a phase control means to control the amount of phase adjustment of the phase adjustment means concerned according to the output of the photograph current on-the-strength detection means concerned so that the reinforcement of the FOTOKARENTO concerned becomes min substantially according to claim 1.

[Claim 5] Furthermore, the clock extractor possessing a separation means to dissociate and to impress the output of the phase adjustment means concerned to the light corpuscle child concerned as a modulating signal with the FOTOKARENTO concerned taken out from the light corpuscle child concerned while taking out the FOTOKARENTO concerned from the light corpuscle child concerned according to claim 1.

[Claim 6] The clock extractor according to claim 5 with which the separation means concerned consists of a circulator.

[Claim 7] While being retiming equipment which carries out retiming of the input light pulse signal, and the input light pulse signal concerned inputting and generating FOTOKARENTO according to the input light pulse signal concerned The light modulation means which carries out intensity modulation of the input light pulse signal concerned according to an external modulating signal, A clock extract means to extract the clock component of a predetermined frequency band from FOTOKARENTO outputted from the light modulation means concerned, While taking out the FOTOKARENTO concerned from the phase adjustment means which carries out phase adjustment of the output of the clock extract means concerned, and the light modulation means concerned and supplying the clock extract means concerned A separation means to dissociate and to impress the output of the phase adjustment means concerned to the light modulation means concerned as a modulating signal

with the FOTOKARENTO concerned taken out from the light modulation means concerned, A clock phase control means to control the amount of phase adjustment of the phase adjustment means concerned so that the output of the phase adjustment means concerned impressed to the light modulation means concerned as the modulating signal concerned becomes the input light pulse signal concerned and predetermined phase relation, Retiming equipment characterized by consisting of a bias generating means to generate the bias of the light modulation means concerned.

[Claim 8] Retiming equipment according to claim 7 with which the clock extract means concerned consists of a filter means to extract a predetermined frequency band from FOTOKARENTO outputted from the light modulation means concerned.

[Claim 9] Retiming equipment according to claim 7 with which the clock extract means concerned consists of a PLL circuit.

[Claim 10] Retiming equipment according to claim 7 with which the clock phase control means concerned consists of a photograph current on-the-strength detection means to detect the reinforcement of FOTOKARENTO taken out from the light modulation means concerned, and a phase control means to control the amount of phase adjustment of the phase adjustment means concerned according to the output of the photograph current on-the-strength detection means concerned so that the reinforcement of the FOTOKARENTO concerned becomes min substantially.

[Claim 11] The retiming extractor according to claim 7 with which the clock phase control means concerned consists of an output light on-the-strength detection means to detect the output light reinforcement of the light modulation means concerned, and a phase control means to control the amount of phase adjustment of the phase adjustment means concerned according to the output of the output light on-the-strength detection means concerned so that the output light reinforcement of the light modulation means concerned becomes max substantially.

[Claim 12] Retiming equipment according to claim 7 with which the separation means concerned consists of a circulator.

[Claim 13] It is wave imprint equipment which imprints the data wave of an input light pulse signal in the probe light of CW. A light modulation means to be the light modulation means which carries out intensity modulation of the input light according to an external modulating signal, and for the input light pulse signal concerned and the probe light concerned to input free [ separation ] mutually, and to generate FOTOKARENTO according to the input light pulse signal concerned, A clock extract means to extract the clock component of a predetermined frequency band from FOTOKARENTO outputted from the light modulation means concerned, While taking out the FOTOKARENTO concerned from the phase adjustment means which carries out phase adjustment of the output of the clock extract means concerned, and the light modulation means concerned and supplying the clock extract means concerned A separation means to dissociate and to impress the output of the phase adjustment means concerned to the light modulation means concerned as a modulating signal with the FOTOKARENTO concerned taken out from the light modulation means concerned, A clock phase control means to control the amount of phase adjustment of the phase adjustment means concerned so that the output of the phase adjustment means concerned impressed to the light modulation means concerned as the modulating signal concerned becomes the input light pulse signal concerned and predetermined phase relation, Wave imprint equipment characterized by consisting of a bias generating means to generate the bias of the light modulation means concerned, and an output means to output outside the probe light concerned by which intensity modulation was carried out with the light modulation means concerned.

[Claim 14] Wave imprint equipment according to claim 13 with which the clock



extract means concerned consists of a filter means to extract a predetermined frequency band from FOTOKARENTO outputted from the light modulation means concerned.

[Claim 15] Wave imprint equipment according to claim 13 with which the clock extract means concerned consists of a PLL circuit.

[Claim 16] Wave imprint equipment according to claim 13 with which the clock phase control means concerned consists of a photograph current on-the-strength detection means to detect the reinforcement of FOTOKARENTO taken out from the light modulation means concerned, and a phase control means to control the amount of phase adjustment of the phase adjustment means concerned according to the output of the photograph current on-the-strength detection means concerned so that the reinforcement of the FOTOKARENTO concerned becomes min substantially.

[Claim 17] Wave imprint equipment according to claim 13 with which the separation means concerned consists of a circulator.

[Claim 18] Furthermore, wave imprint equipment possessing a probe light input means to input so that the probe light concerned may be spread in the propagation direction of reverse with the input light pulse signal concerned within the light modulation means concerned, and an optical circulator means to output outside the component of the probe light concerned outputted from the light modulation means concerned while supplying the input light pulse signal concerned to the light modulation means concerned according to claim 13.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] More specifically, this invention relates to the wave imprint equipment which imprints the wave of an input light pulse signal in another input light with the clock extractor which extracts a clock from a light pulse signal, for example, the light pulse signal modulated with the bit rate of several Gbps/second or more, and the clock which carries out retiming of the light pulse signal concerned similarly to a clock extract, and which and was extracted about a clock extractor, retiming equipment, and wave imprint equipment. [ the clock ] [ retiming ]

[0002]

[Description of the Prior Art] several -- in the high speed and the long-distance lightwave transmission system more than Gbit/s, in case a lightwave signal is reproduced with a repeater, there are waveform shaping and/or a situation which should be carried out retiming about a light pulse, therefore a clock extractor and waveform-shaping equipment are formed in a repeater.

[0003] Drawing 10 shows outline configuration block drawing of conventional clock extract / waveform-shaping equipment. Two \*\*\*\*s of the lightwave signals from a main track are carried out by the optical branching component 110, the most is impressed to an optical intensity modulator 112, and the remainder is supplied to RF clock extract circuit 114.

[0004] In RF clock extract circuit 114, the lightwave signal from the optical branching component 110 is inputted into the photo detector 116 of a broadband, and a wave imprint is carried out at an electrical signal. The narrow-band amplifier 118 amplifies the output signal of a photo detector 116, the output is impressed to the narrow-band resonator filter 120 which consists of SAW, and only a known clock frequency band is extracted here. The variable-phase equalization circuit 122 adjusts the phase of the output signal of a filter 120 according to the clock phase control signal from the clock phase control circuit 132 mentioned later. The output of the variable-phase equalization circuit 122 turns into an output of RF clock extract circuit 114.

[0005] The output of RF clock extract circuit 114 (variable-phase equalization circuit 122) is impressed to the high power amplifier 124, and amplifier 124 amplifies the output of the variable-phase equalization circuit 122 to the electrical potential difference which can drive an optical intensity modulator 112. The output of amplifier 124 is impressed to one electrode of an optical intensity modulator 112 through capacitor 126C, and the bias voltage or the current from bias power supply 128 is impressed to the same electrode through inductance 126L for RF clearance. Capacitor 126C and inductance 126L constitutes the bias adder circuit which adds bias voltage or a current to the output of amplifier 124.

[0006] An optical intensity modulator 112 carries out intensity modulation of the lightwave signal from the optical branching component 110 according to the electrical

signal from the bias adder circuit 126. An optical intensity modulator 112 penetrates input light by low loss or no losing in the duration of the clock pulse outputted from RF clock extract circuit 114, and in a non-duration, the bias value which bias power supply 128 outputs is set up so that input light may be lost or intercepted greatly. Thereby, a noise is oppressed in the non-duration of the clock pulse outputted from RF clock extract circuit 114. Moreover, in the duration of the clock outputted from RF clock extract circuit 114, although some noise remains when an incident light pulse is OFF, when an incident light pulse is ON, an incident light pulse can be shaped in waveform with the extracted applied-voltage pair permeability property of the wave of a clock, and an optical intensity modulator 112. By shortening the duration of the clock outputted from RF clock extract circuit 114, a waveform-shaping function, for example, a light pulse width-of-face reduction function, can be given.

[0007] The output light of an optical intensity modulator 112 is inputted into the photo detector 134 for a part to carry out the monitor of the output light reinforcement of the clock phase control circuit 132, although 2 \*\*\*\*s is carried out by the optical branching component 130 and the most is supplied to a latter optical circuit or a latter optical transmission line. A photo detector 134 carries out a wave imprint, and impresses input light to the electrical signal according to the optical reinforcement in the maximum control circuit 136. The maximum control circuit 136 integrates with or equalizes the output of a photo detector 134 within a fixed period, and it controls the amount of phase adjustment of the variable-phase equalization circuit 122 of RF clock extract circuit 114 so that the output voltage of a photo detector 134 becomes max. Thereby, the optimum control of the adjustment timing, i.e., waveform-shaping timing, of the optical reinforcement by the optical intensity modulator 112 can be carried out.

[0008] The configuration which used the PLL circuit instead of the narrow-band amplifier 118 and the narrow-band resonator filter 120 is also known. Drawing 11 shows outline configuration block drawing of the conventional RF clock extract circuit. In RF clock extract circuit 140 shown in drawing 11, incidence of the receiving light from the optical branching component 110 is carried out to the broadband photo detector 114 and the broadband photo detector 142 of the same engine performance. A phase comparator 144, DC amplifier 146, an integrating circuit (or loop filter) 148, and a voltage controlled oscillator (VCO) 150 constitute a well-known PLL circuit. A phase comparator 144 compares the phase of the output of a photo detector 142, and the output of a voltage controlled oscillator 150, and outputs the voltage signal of the electrical-potential-difference value according to the phase contrast. The output voltage of a phase comparator 144 is amplified by DC amplifier 146, is graduated by the integrating circuit 148, and is impressed to a voltage controlled oscillator 150. A voltage controlled oscillator 150 is oscillated on the oscillation frequency according to input voltage as everyone knows, and the output clock signal is impressed also to the variable-phase equalization circuit 152 while it is impressed to a phase comparator 144 for a phase comparison. The variable-phase equalization circuit 152 adjusts the phase of the clock signal from a voltage controlled oscillator 150 according to the clock phase control signal from the clock phase control circuit 132, and outputs it to the high power amplifier 124.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The photo detector 114,142 of a broadband is indispensable to extract a clock signal from input light in the conventional example.

[0010] Moreover, the optical branching component 110 which divides incident light into two is needed, and by spectral separation with the optical branching component 110, although a clock is extracted, the incident light reinforcement of an optical

intensity modulator 112 decreases, and a signal-to-noise ratio falls to it. Consequently, the playback engine performance or noise repressed ability of a light pulse falls.

[0011] This invention solves such a trouble and aims at showing the retiming equipment and wave imprint equipment which use the extract clock for the clock extractor list which does not need a broadband photo detector.

[0012] This invention aims at showing the retiming equipment and wave imprint equipment which use the extract clock for the clock extractor list which does not need the optical branching component for extracting a clock again.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In this invention, a light corpuscle child, for example, a light modulation means, uses FOTOKARENTO generated according to the input of an input light pulse signal, and it extracts the clock component of the input light pulse signal concerned. The retiming of the input light pulse signal can be carried out by impressing and carrying out intensity modulation of the extracted clock signal to the light modulation means concerned. That is, both extract of a clock component and retiming can be realized by the single light corpuscle child.

[0014] By a simple filter or PLL, a clock component can be easily obtained from FOTOKARENTO. It becomes unnecessary to branch about the light pulse after retiming by adopting the configuration which adjusts the phase of an extract clock so that the reinforcement of FOTOKARENTO may become min.

[0015] While taking out the FOTOKARENTO concerned from a light corpuscle child or a light modulation means, by establishing a separation means by which the FOTOKARENTO concerned taken out from the light corpuscle child concerned separates the output of the phase adjustment means concerned, and it is impressed by the light corpuscle child concerned or the light modulation means as a modulating signal, it is simple structure and impression of the ejection of FOTOKARENTO and the modulating signal to the same component can be realized. That is, with one component, it can realize to both a clock extract and retiming with the extracted clock, and a configuration can be simplified. This separation means consists of a circulator.

[0016] Furthermore, it is that an input light pulse signal inputs CW probe light into a light modulation means free [ separation ], and the wave of an input light pulse signal can be imprinted in probe light having no special source of a clock, and efficiently. That is, the probe light of the same pulse shape as an input light pulse signal can be obtained. Since a wave imprint is carried out at the probe light of CW, the obtained wave imprint light turns into pulsed light of high quality with little noise light. Wavelength conversion is also simultaneously realizable if wavelength of an input light pulse signal and wavelength of probe light are set aside. Since the source of an external clock becomes unnecessary, a configuration can be simplified and it can realize cheaply.

[0017] It is inputting probe light so that an input light pulse signal's may spread in the propagation direction of reverse within a light modulation means, and the probe light after a wave imprint can be taken out easily.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0019] Drawing 1 shows outline configuration block drawing of the 1st example of this invention. 10 is the absorption mold semi-conductor optical modulator which the permeability of input light changes according to applied voltage, and may function as an optical gate component. An absorption mold semi-conductor optical modulator generates FOTOKARENTO of the magnitude according to input luminous intensity

(extent of that absorption) in an electrode, and extracts a clock component from an input light pulse by this example again using this FOTOKARENTO.

[0020] One electrode 10a of an optical modulator 10 is connected to a ground, and electrode 10b of another side is connected to the output of bias power supply 16 through an inductance 14 while connecting with the port B of a circulator 12. A circulator 12 is an electric element which outputs the input of Port A from Port B, and outputs the input of Port B from Port C. The port C of a circulator 12 is connected to the input of RF amplifier 20 through the capacitor 18 for DC cut. The output of RF amplifier 20 is impressed to the narrow-band resonator filter 22 which consists of SAW which extracts a clock frequency band, and the output of a filter 22 is impressed to the variable-length phase adjustment circuit 24. A clock phase control signal is supplied to the variable-phase equalization circuit 24 from the clock phase control circuit 36 mentioned later, and the phase of the output of a filter 22 is adjusted to it according to the clock phase control signal. The output of the variable-phase equalization circuit 24 is impressed to an isolator 26, 2R light junction system which is not illustrated. The output of an isolator 26 is impressed to the port A of a circulator 12 through the capacitor 28 for DC cut.

[0021] A light pulse signal is impressed to an optical modulator 10 through the optical transmission line 30 for an input, and an optical modulator 10 outputs the light pulse signal after processing to the optical transmission line 32 for an output. The optical branching component 34 which takes out a part of lightwave signal which spreads the optical transmission line 32 for an output, and is supplied to the clock phase control circuit 36 is formed in the optical transmission line 32 for an output. The clock phase control circuit 36 generates the clock phase control signal which controls the amount of phase adjustment of the variable-phase equalization circuit 24 so that it may consist of the same configuration and same function as the clock phase control circuit 130 of the conventional example and the reinforcement of the light pulse signal after processing may become max, and it impresses it to the variable-phase equalization circuit 24.

[0022] Actuation of the example shown in drawing 1 is explained. The output voltage of bias power supply 16 is impressed to an optical modulator 10 through an inductance 14. By the forward half period (or pulse duration) of the clock signal outputted from the variable-phase equalization circuit 24, an optical modulator 10 penetrates input light by low loss or no losing, and in a negative half period (or pulse non-duration), the amplitude of the output of the bias value which bias power supply 16 outputs, and the variable-phase equalization circuit 24 is set up so that input light may be lost or intercepted greatly.

[0023] If a lightwave signal pulse inputs into an optical modulator 10 from the optical transmission line 30 for an input, FOTOKARENTO of the magnitude according to the reinforcement (correctly the absorbed amount) of the input light pulse will generate an optical modulator 10. If the applied voltage of this photograph current \*\* and an optical modulator 10 is fixed, the wave which was similar in the time amount wave of an input light pulse will be provided, and the existence of an input light pulse will be reflected at least. It is taken out from generated photograph current \*\* and electrode 10b, is impressed by the port B of a circulator 12, and is outputted from Port C. From the port C of a circulator 12, DC component is cut by the capacitor 18, and it is impressed by RF amplifier 20, and the current outputted is voltage-waveform[ a current/]-imprinted, and is amplified. Like the amplifier 118 shown in drawing 10, RF amplifier 20 is designed so that a clock component may be amplified selectively. The narrow-band resonator filter 22 which consists of SAW extracts only a known clock frequency band from the output of amplifier 20, and impresses it to the variable-phase equalization circuit 24.

[0024] The variable-phase equalization circuit 24 adjusts the phase of the output signal of a filter 22 like the variable-phase equalization circuit 122 according to the clock phase control signal from the clock phase control circuit 36. The output of the variable-phase equalization circuit 24 serves as RF clock signal extracted from the light pulse signal inputted from the optical transmission line 30 for an input, is impressed to the port A of a circulator 12 through the isolator 26 for reflective clearance, and the capacitor 28 for DC cut, and is supplied to an optical modulator 10 as a modulating signal from the port B. Therefore, the output (RF clock signal) of the variable-phase equalization circuit 24 will be overlapped on the bias voltage which bias power supply 16 outputs, and will be impressed to electrode 10b of an optical modulator 10.

[0025] Drawing 2 shows the timing chart of this example. Drawing 2 (a) spreads the optical transmission line 30 for an input, the wave form chart of the light pulse signal inputted into an optical modulator 10 and \*\* (b) show the output (extracted RF clock signal) of the variable-phase equalization circuit 24, and \*\* (c) shows the wave form chart of the output light of an optical modulator 10, respectively. In this example, as shown in drawing 2 (a), a light pulse signal is an RZ signal and the noise light of magnitude which cannot be disregarded exists between light pulses. Generally noise light becomes so large that a transmission distance becomes long.

[0026] Since an optical modulator 10 carries out a transparency output, without hardly absorbing the pulse period (the period when pulsed light may exist depending on the content of data being included.) of an input light pulse when phase adjustment of the extracted clock signal is carried out the optimal in the variable-phase equalization circuit 24, a photograph current output decreases. However, since the fluctuation (jitter) changed in time continuously exists in an input light pulse actually, a photograph current output does not become zero regularly. Therefore, the optical modulator 10 of this example can output the repressed light pulse signal of a jitter component. That is, the retiming of the light pulse signal can be carried out more correctly than this example.

[0027] The gate of the input light pulse will be carried out with RF clock signal from which it was extracted from now on, and although this example cannot remove noise light of the period (pulse period) when a light pulse may exist, either, as shown in drawing 2 (c), it can remove effectively the noise light of the period (non-pulse period) when a light pulse cannot exist. [ as well as the conventional example ] That is, this example functions as a noise light suppressor. Moreover, when an optical modulator 10 is the light corpuscle child from whom permeability changes according to applied voltage in the example shown in drawing 1 , it is also theoretically possible to make a light pulse wave thin on a time-axis by making sharp intentionally the time amount wave of RF clock signal which the variable-phase equalization circuit 24 outputs. Of course, it will be the requisite that the speed of response of an optical modulator 10 is fully quick. For example, although RF clock signal which the variable-phase equalization circuit 24 outputs is a sine wave in drawing 2 (b), it is making this into the very short rectangular pulse or chopping sea pulse of a duration, and pulse width of an input light pulse can be narrowed. That is, this example can also be operated as waveform-shaping equipment.

[0028] As it is, although the light pulse signal outputted to the optical transmission line 32 for an output from the optical modulator 10 spreads the optical transmission line 32 for an output, a part branches by the optical branching component 34, and it is inputted into the clock phase control circuit 36. The clock phase control circuit 36 controls the amount of phase adjustment of the variable-phase equalization circuit 24 so that it consists of the completely same circuitry as the clock phase control circuit 132 of the conventional example and input luminous intensity (namely, reinforcement

of the light pulse signal which spreads the optical transmission line 32 for an output) becomes max. Thereby, the optimum control of the adjustment timing, i.e., waveform-shaping timing, of the optical reinforcement by the optical modulator 112 can be carried out.

[0029] In the example shown in drawing 1, a circulator 12 functions as a means to separate FOTOKARENTO taken out from an optical modulator 10, and the modulating signal (extracted RF clock signal) which should be impressed to an optical modulator 10. It cannot be overemphasized that the circuit or component which possesses such isolation besides circulator 12 can be used.

[0030] Even if it uses a semiconductor laser amplifier instead of the optical modulator 10 of the example shown in drawing 1, the completely same operation effectiveness as the case of an optical modulator 10 can be acquired. It is because a semiconductor laser amplifier also generates FOTOKARENTO in an electrode according to input light while being able to carry out the gate of the input light according to force current. Moreover, it is clear that the PLL circuitry shown in drawing 11 may be used instead of RF amplifier 20 and a filter 22.

[0031] In the example shown in drawing 1, by the result of having carried out the monitor of the reinforcement of the lightwave signal after processing, although the phase of RF clock signal was adjusted, even if the magnitude of FOTOKARENTO adjusts the phase of a clock signal, the same operation effectiveness can be acquired. In this case, since it becomes unnecessary to prepare the optical branching component 34, the lightwave signal which carried out retiming can be used effectively. Drawing 3 R> 3 shows outline configuration block drawing of the modification example. The same sign is given to the same component as drawing 1 R> 1. RF power detector 40 detects the power of the input signal of amplifier 20, and according to the detection output of RF power detector 40, the minimum value control circuit 42 controls the amount of phase adjustment of the variable-phase equalization circuit 24 so that the output of RF power detector 40 becomes the minimum. Thus, since FOTOKARENTO to generate becomes the smallest when the phase of RF clock signal impressed to an optical modulator 10 as a modulating signal agrees with the phase of the light pulse inputted into an optical modulator 10 best, the minimum value control circuit 42 controls the variable-phase equalization circuit 24 such.

[0032] By changing, as shown in drawing 3, the optical branching component 34 becomes unnecessary. That is, although the lightwave signal after retiming decreases and a signal-to-noise ratio deteriorates by the optical branching component 34 in the example shown in drawing 1, such evil is lost in the modification example shown in drawing 3.

[0033] Next, the example using the clock extract circuit of a bidirectional resonator mold configuration is explained. Drawing 4 shows outline configuration block drawing of the example. 50 is the absorption mold semi-conductor optical modulator 10 and the absorption mold semi-conductor optical modulator of the same property, electrode 50a of one of these is connected to a ground, and electrode 50b of another side is connected to one input/output terminal of the bidirectional narrow-band amplifier 58 through a capacitor 56 while connecting with the output of bias power supply 54 through an inductance 52. The input/output terminal of another side of the bidirectional narrow-band amplifier 58 is connected to the narrow-band resonator filter 62 through a phase adjuster 60. The bidirectional narrow-band amplifier 58 is an amplifying device which moreover amplifies the clock component of a light pulse signal in both directions selectively. The narrow-band resonator filter 62 reflects selectively the clock frequency band contained in input light according to resonator structure. A phase adjuster 60 gives the phase shift of an amount equal to the signal from amplifier 58, and a signal from a filter 62.

[0034] The optical transmission line for an output which spreads the light pulse after the retiming to which the optical transmission line for an input where 64 inputs a light pulse signal into an optical modulator 50, and 66 are outputted from an optical modulator 50, the optical branching component which branches the light pulse to which 67 spreads the optical transmission line 66 for an output, and 68 are clock phase control circuits which control the amount of phases of a phase adjuster 60 so that the reinforcement of the light pulse signal from the optical branching component 67 may become max.

[0035] Actuation of the example shown in drawing 4 is explained. The output voltage of bias power supply 54 is impressed to an optical modulator 50 through an inductance 52. By the forward half period (or pulse duration) of the modulating signal (RF clock signal) supplied to an optical modulator 50 through a capacitor 56 from amplifier 58, an optical modulator 50 penetrates input light by low loss or no losing, and in a negative half period (or pulse non-duration), the gain of the bias value which bias power supply 54 outputs also in this example, and the bidirectional narrow-band amplifier 58 is set up so that input light may be lost or intercepted greatly.

[0036] Like the case of an optical modulator 10, if a lightwave signal pulse also inputs an optical modulator 50 from the optical transmission line 64 for an input, FOTOKARENTO of magnitude according to the reinforcement (correctly the absorbed amount) of the input light pulse will be generated. If the applied voltage of this photograph current \*\* and an optical modulator 50 is fixed, the wave similar to the time amount wave of an input light pulse will be provided, and the existence of an input light pulse will be reflected at least. It is taken out from generated photograph current \*\* and electrode 50b, DC component is cut by the capacitor 56, and it is impressed by the bidirectional narrow-band amplifier 58, and is amplified. Phase adjustment of the photograph current component amplified with amplifier 58 is carried out by the phase adjuster 60, and it is impressed to the narrow-band resonator filter 62. The narrow-band resonator filter 62 extracts a clock component from the signal from a phase adjuster 60, and returns it to a phase adjuster 60. Again, only the same amount carries out phase adjustment of the signal (clock component) from a filter 62, and a phase adjuster 60 impresses it to amplifier 58. Amplifier 58 amplifies selectively the clock signal component from a phase adjuster 60, and the output is impressed to electrode 50b of an optical modulator 50 as a modulating signal through a capacitor 56.

[0037] the clock signal extracted by the optical modulator 50 like the case of an optical modulator 10 -- the light pulse signal from the optical transmission line 64 for an input -- intensity modulation -- carrying out -- the light of a pulse period -- no losing or low loss -- penetrating -- the light of the other period -- cutoff -- or it decreases greatly. Thus, the light pulse signal by which retiming was carried out is supplied to a latter optical circuit or a latter optical transmission line through the optical transmission line 66 for an output.

[0038] According to the light pulse signal from the optical branching component 67, the clock phase control circuit 68 as well as the optical branching component 34 of drawing 1 and the clock phase control circuit 36 controls the amount of phase adjustment of a phase adjuster 60 so that the optical reinforcement becomes max.

[0039] Thus, FOTOKARENTO can extract a clock component from the input light pulse signal inputted into an optical modulator 50 like drawing 1 and drawing 3, and retiming of the input light pulse signal can be carried out with an easy configuration, without [ control / the transparency property of the same optical modulator 50 ] using a broadband photo detector. Moreover, the noise light of a tooth-space period can be removed and a light pulse can be shaped in waveform as occasion demands.

[0040] Drawing 5 shows outline configuration block drawing of the example of the



wave imprint equipment which carries out the wave imprint of the pulse shape (data wave) of signal light at another light (probe light) using the example shown in drawing 3 . The same sign is given to the same component as drawing 3 . In this example, since the clock which synchronized with signal light by using a photograph current \*\*\*\*\* clock extract technique can be generated automatically, wave imprint equipment is realizable without an external clock.

[0041] In addition, the wavelength wave imprint equipment which carries out the wave imprint of the wave of signal light at probe light by carrying out incidence of the probe light of wavelength  $\lambda_{\text{p}}$  to the end side of an absorption mold semiconductor optical modulator or a semiconductor laser amplifier, and carrying out incidence of the signal light of wavelength  $\lambda_{\text{s}}$  to an other end side is common knowledge. For example, there is Heisei 8 patent application No. 233796 by the same applicant. With this wavelength inverter, probe light can be made into the light pulse signal which synchronized with signal light, and a waveform-shaping function and a bit extract function can also be given by superimposing the clock signal which synchronized also with the applied voltage of an optical modulator as occasion demands at signal light, for example as illustrated by that drawing 10 . In an equipment configuration given in this application, in order [ which synchronized with the modulating signal of probe light and/or an optical modulator at signal light ] to include a signal repeatedly, as the conventional example explained, it is necessary to prepare independently the clock extract circuit which extracts a clock component from signal light, the probe light modulation circuit which modulates probe light with the extracted clock.

[0042] The configuration and actuation of drawing 5 are explained. The pulse signal light (it is hereafter written as signal light  $\lambda_{\text{s}}$ .) of RZ format of wavelength  $\lambda_{\text{s}}$  inputs into the port A of an optical circulator 70. The port B of an optical circulator 70 is connected to the end side of an optical modulator 10 through an optical transmission line 72, and the probe light (it is hereafter written as probe light  $\lambda_{\text{p}}$ .) of wavelength  $\lambda_{\text{p}}$  is impressed to the other end side of an optical modulator 10 through an optical transmission line 74. Probe light  $\lambda_{\text{p}}$  is CW light in this example.

[0043] Drawing 6 is a light wave form Fig. in the example shown in drawing 5 , and the wave form chart of the wave imprint light (it is hereafter written as wave imprint light  $\lambda_{\text{p}}$ .) of wavelength  $\lambda_{\text{p}}$  to which the wave form chart of signal light  $\lambda_{\text{s}}$  is outputted for drawing 6 (a), and the wave form chart of probe light  $\lambda_{\text{p}}$  and \*\* (c) are outputted for \*\* (b) from the port C of an optical circulator 70 is shown, respectively. By drawing 6 (a), (b), and (c), an axis of ordinate shows optical reinforcement and an axis of abscissa shows time amount.

[0044] Since an optical circulator 70 outputs the input light of Port A from Port B, it inputs into an optical modulator 10 signal light  $\lambda_{\text{s}}$  inputted into the port A of an optical circulator 70 through an optical transmission line 72 from the port B of an optical circulator 70. On the other hand, probe light  $\lambda_{\text{p}}$  of CW carries out incidence to signal light  $\lambda_{\text{s}}$  in the propagation direction of reverse through an optical transmission line 74 at an optical modulator 10. It cannot be overemphasized that the bias voltage which bias power supply 16 generates is set as level on which the wave imprint to probe light  $\lambda_{\text{p}}$  from signal light  $\lambda_{\text{s}}$  is appropriately performed in an optical modulator 10.

[0045] As the example shown in drawing 3 explained, it is generated in the variable-phase equalization circuit 24, and RF clock signal or the modulating signal impressed to electrode 10b of an optical modulator 10 through an isolator 26, a capacitor 28, and a circulator 12 becomes that with which the clock frequency component, frequency, and phase which are contained in signal light  $\lambda_{\text{s}}$  agreed mostly.

Therefore, although probe light  $\lambda_{\text{p}}$  deforms into the wave which was similar to the wave of signal light  $\lambda_{\text{s}}$  with the optical modulator 10 so that it may be indicated by the previous Heisei 8 patent application No. 233796 also under the fixed bias by bias power supply 16. In this example, further, according to the modulation effectiveness by the clock signal of signal light  $\lambda_{\text{s}}$  extracted by FOTOKARENT, while the selectivity of the period equivalent to the pulse period of signal light  $\lambda_{\text{s}}$  becomes strong, the magnitude of attenuation of the optical reinforcement of the period when a light pulse should exist and which does not come out increases. Since probe light  $\lambda_{\text{p}}$  of CW is used as the base, an optical noise reduces low either a pulse period or a period. That is, compared with the case where only direct-current bias voltage is impressed to an optical modulator 10, an extinction ratio and the signal-to-noise ratio of wave imprint light  $\lambda_{\text{p}}$  outputted from the optical modulator 10 improve substantially. Probe light  $\lambda_{\text{p}}$  which is outputted from an optical modulator 10 and by which the wave imprint was carried out spreads an optical transmission line 72, inputs it into the port B of an optical circulator 70, and is outputted from the port C.

[0046] In this example, since it is not necessary to establish independently a means to branch signal light  $\lambda_{\text{s}}$  and to extract a clock, signal light  $\lambda_{\text{s}}$  with a sufficient signal-to-noise ratio can be inputted into an optical modulator 10, and this also contributes to upgrading of wave imprint light  $\lambda_{\text{p}}$ .

[0047] It cannot be overemphasized that the wave imprint between the same wavelength is realizable by making wavelength  $\lambda_{\text{p}}$  of probe light  $\lambda_{\text{p}}$  equal to wavelength  $\lambda_{\text{s}}$  of signal light  $\lambda_{\text{s}}$ .

[0048] In the above-mentioned example, although retiming of the light pulse signal of RZ format was carried out, the retiming also of the light pulse signal of an NRZ format can be carried out by performing it as follows. Drawing 7 shows outline configuration block drawing of the example. The same sign is given to the same component as drawing 3. The difference with the example shown in drawing 3 is having arranged the normal dispersion fiber 80 to the input side of a lightwave signal. The normal dispersion fiber 80 carries out the wave imprint of the NRZ lightwave signal according to the nonlinearity operation at RZ format. Drawing 8 shows the example of a wave of this example. The data signal which drawing 8 (a) restored to the secondary higher-harmonic clock and \*\* (d) by which extract playback was carried out from the NRZ lightwave signal inputted into the normal dispersion fiber 80, the lightwave signal with which \*\* (b) is outputted from the normal dispersion fiber 80, and the lightwave signal with which \*\* (c) is shown in \*\* (b) by the output light pulse of an optical modulator 10, and restored to \*\* (e) by the receiving side is shown, respectively. Drawing 8 (a) The axis of ordinate of - (d) shows optical reinforcement, and an axis of abscissa shows time amount. The axis of ordinate of drawing 8 (e) shows a data value, and an axis of abscissa shows time amount.

[0049] Supposing the NRZ lightwave signal of the data stream "01011010" inputs into the normal dispersion fiber 80 of the example shown in drawing 7 as shown in drawing 8 (a) for example, differential coding will be carried out by nonlinear operation of the normal dispersion fiber 80, and the NRZ lightwave signal will turn into RZ signal, as shown in drawing 8 (b).

[0050] If RZ lightwave signal as shown in drawing 8 (b) inputs into an optical modulator 10, it will be extracted and reproduced and a clock signal as shown in drawing 8 (c) like what was explained in the example shown in drawing 3 will be impressed to an optical modulator 10 as a modulating signal. The clock signal extracted here is twice the frequency of the clock of the NRZ lightwave signal, origin, (2 double higher harmonic). Thereby, it turns into a beautiful \*\*\*\*\* signal as the noise of a tooth-space period controlled and shown in drawing 8 (d) while retiming of

the lightwave signal shown in drawing 8 (b) is carried out. At a receiving side, after carrying out the wave imprint of the light pulse signal shown in drawing 8 (d) at an electrical signal, as shown in drawing 8 (e), NRZ data can be restored by carrying out a differential decryption.

[0051] The example shown in drawing 1 and drawing 3 can be applied to a mode locking fiber ring laser, and can attain stabilization of mode locking actuation again. Drawing 9 shows outline configuration block drawing of the mode locking fiber ring laser using the example shown in drawing 3. The wavelength adjustable optical filter with which 90 passes an ERUBIUMUDOPU optical amplification fiber and 92 passes only the wavelength light of the appointed request, and 94 are retiming equipment shown in drawing 1, drawing 3, or drawing 4, and these are connected by the optical fiber 96 in the shape of a ring. The fiber coupler 98 for an output which takes out the laser oscillation light in the inside of a ring is formed in the suitable part of the fiber ring which consists of the optical amplification fiber 90, the wavelength adjustable filter 92, retiming equipment 94, and an optical fiber 96.

[0052] In such a ring configuration, from the light amplified with the optical amplification fiber 90, the wavelength adjustable filter 92 chooses the appointed wavelength (or wavelength range), and intensity modulation is carried out with retiming equipment 94, and it inputs into the optical amplification fiber 90 again. Laser oscillation is carried out on the wavelength on which conditions which are later mentioned in process of this circulation are satisfied. Laser oscillation light is taken out from the fiber coupler 98 for an output outside.

[0053] In such a ring laser, when the effective fiber length of a ring is set to  $L$  and the velocity of light is set to  $c$ , the modulation frequency  $f_m$  of the modulator in a ring (this example optical modulator 10 of retiming equipment 94) needs to make  $f_0 = c/L$  fundamental frequency, and needs to be the integral multiple of  $f_0$ . When the effective fiber length  $L$  is changed,  $f_0$  will change and it becomes impossible to maintain the stable mode locking. However, in this example, retiming equipment 94 carries out automatic extracting of the clock from input light, and since it carries out retiming, it becomes possible to modulate input light on the frequency which followed in footsteps of fluctuation of the effective fiber length  $L$  of a ring, and it can maintain the stable mode locking actuation. Since FOTOKARENTO extracts a clock, without retiming equipment 94 branching input light, the optical loss in a ring decreases and it becomes easy to obtain laser oscillation. In this semantics, from the example shown in drawing 1 or drawing 4 which branches the lightwave signal after a modulation (after retiming), and adjusts the phase of an extract clock, since there are few optical losses, the example shown in drawing 3 which adjusts the phase of an extract clock with the reinforcement of FOTOKARENTO is suitable for retiming equipment 94.

[0054]

[Effect of the Invention] According to this invention, the retiming of the light pulse signal can be carried out with an easy configuration so that he can understand easily from the above explanation. That is, while being able to oppress the optical noise of the tooth-space period of a light pulse signal and doubling with the predetermined timing location of a light pulse, pulse shape can be operated orthopedically. Moreover, the wave imprint of the wave of a light pulse signal can be carried out without an external clock at another probe light.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is outline configuration block drawing of the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the example of a wave of the example shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is outline configuration block drawing of the 2nd example of this invention.

[Drawing 4] It is outline configuration block drawing of the 3rd example of this invention of bidirectional resonator structure.

[Drawing 5] It is outline configuration block drawing of the example which applied the example shown in drawing 3 to wave imprint equipment.

[Drawing 6] It is the example of a wave of the example shown in drawing 5 .

[Drawing 7] It is outline configuration block drawing of the example of this invention which carries out retiming of the NRZ lightwave signal.

[Drawing 8] It is the example of a wave of the example shown in drawing 7 .

[Drawing 9] It is outline configuration block drawing of the mode locking fiber ring laser which applied this example.

[Drawing 10] It is outline configuration block drawing of conventional retiming equipment.

[Drawing 11] It is outline configuration block drawing of the conventional example of RF clock extract circuit using PLL.

## [Description of Notations]

10: Absorption mold semi-conductor optical modulator

10a, 10b: Electrode

12: Circulator

14: Inductance

16: Bias power supply

18: The capacitor for DC cut

20: RF amplifier

22: Narrow-band resonator filter

24: Variable-length phase adjustment circuit

26: Isolator

28: The capacitor for DC cut

30: The optical transmission line for an input

32: The optical transmission line for an output

34: Optical branching component

36: Clock phase control circuit

40: RF power detector

42: Minimum value control circuit

50: Absorption mold semi-conductor optical modulator

50a, 50b: Electrode

52: Inductance  
54: Bias power supply  
56: Capacitor  
58: Bidirectional narrow-band amplifier  
60: Phase adjuster  
62: Narrow-band resonator filter  
64: The optical transmission line for an input  
66: The optical transmission line for an output  
67: Optical branching component  
68: Clock phase control circuit  
70: Optical circulator  
72: Optical transmission line  
74: Optical transmission line  
80: Normal dispersion fiber  
90: ERUBIUMUDOPU optical amplification fiber  
92: Wavelength adjustable optical filter  
94: Retiming equipment  
96: Optical fiber  
98: The fiber coupler for an output  
110: Optical branching component  
112: Optical intensity modulator  
114: RF clock extract circuit  
116: The photo detector of a broadband  
118: Narrow-band amplifier  
120: Narrow-band resonator filter  
122: Variable-phase equalization circuit  
124: High power amplifier  
126C: Capacitor  
126L: Inductance  
128: Bias power supply  
130: Optical branching component  
132: Clock phase control circuit  
134: Photo detector  
136: Maximum control circuit  
140: RF clock extract circuit  
142: Broadband photo detector  
144: Phase comparator  
146: DC amplifier  
148: Integrating circuit (or loop filter)  
150: Voltage controlled oscillator (VCO)  
152: Variable-phase equalization circuit

---

[Translation done.]

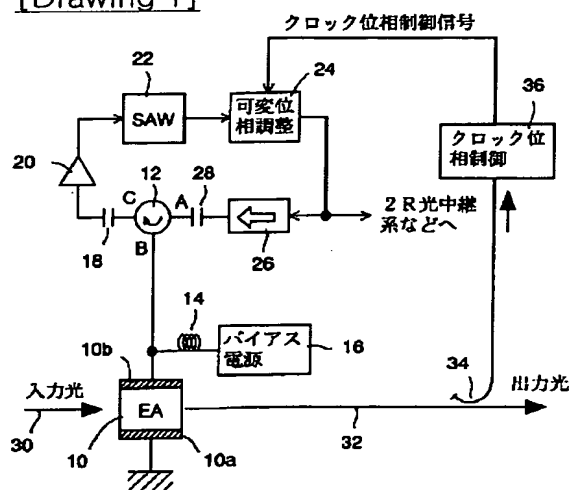
\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

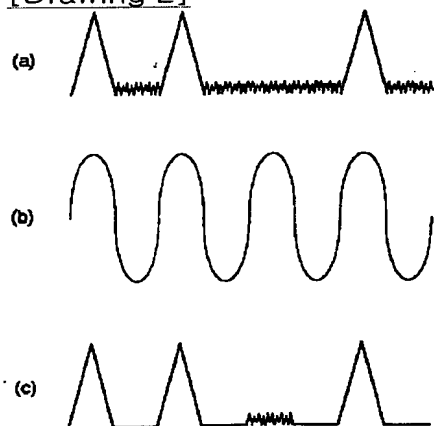
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

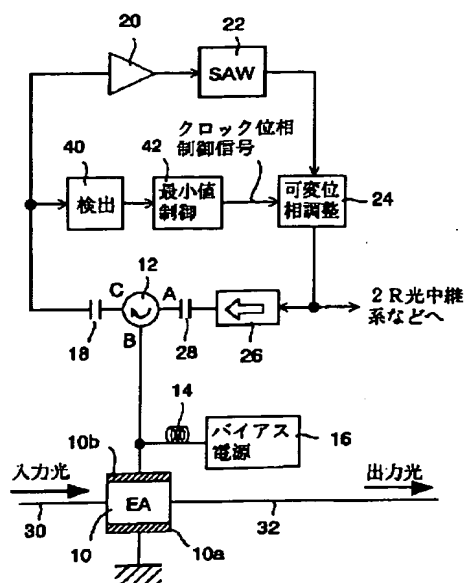
[Drawing 1]



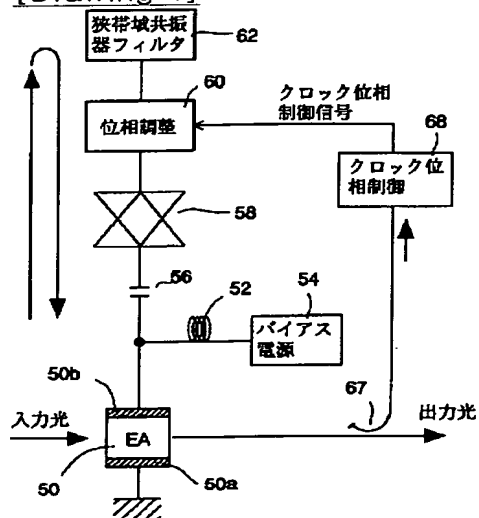
[Drawing 2]



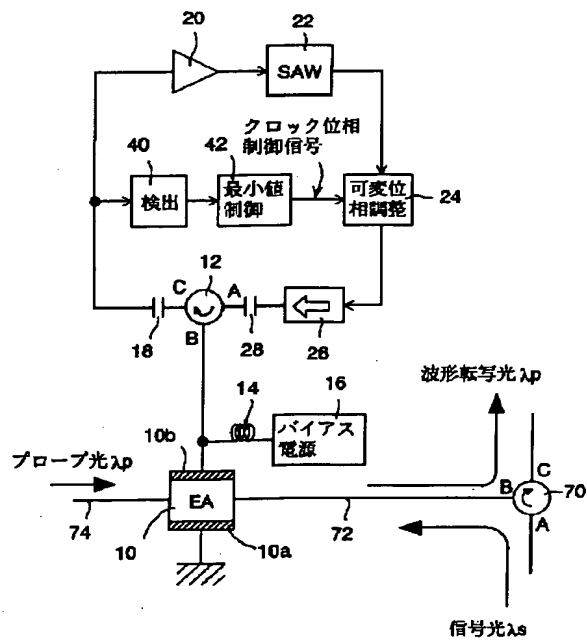
[Drawing 3]



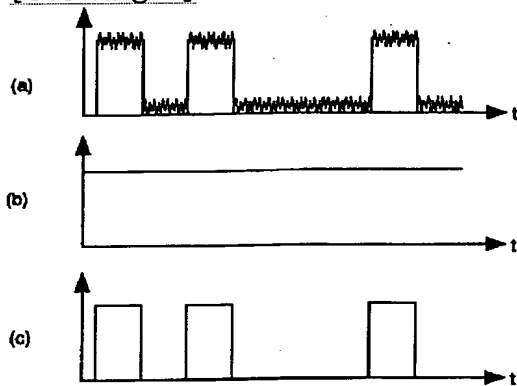
[Drawing 4]



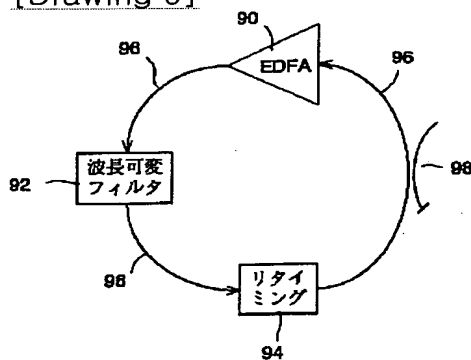
[Drawing 5]



[Drawing 6]

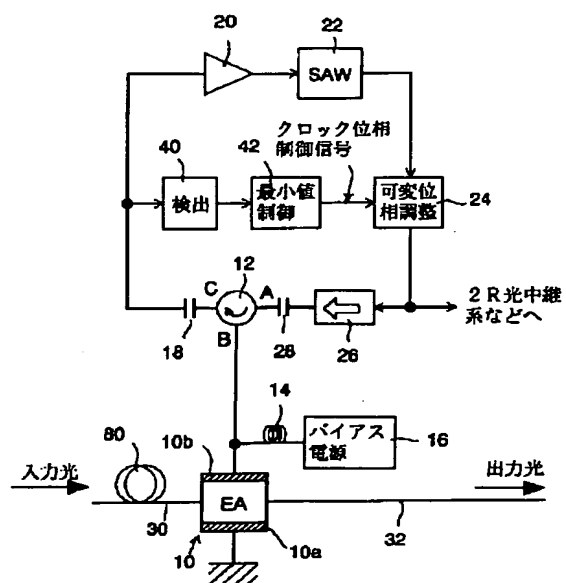


[Drawing 9]

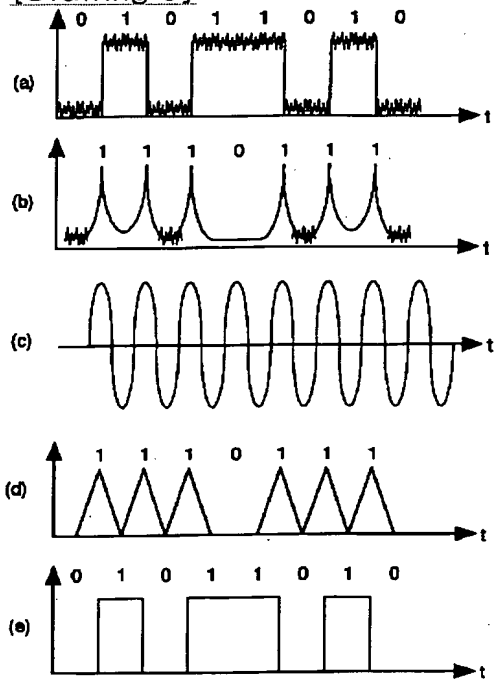


[Drawing 7]

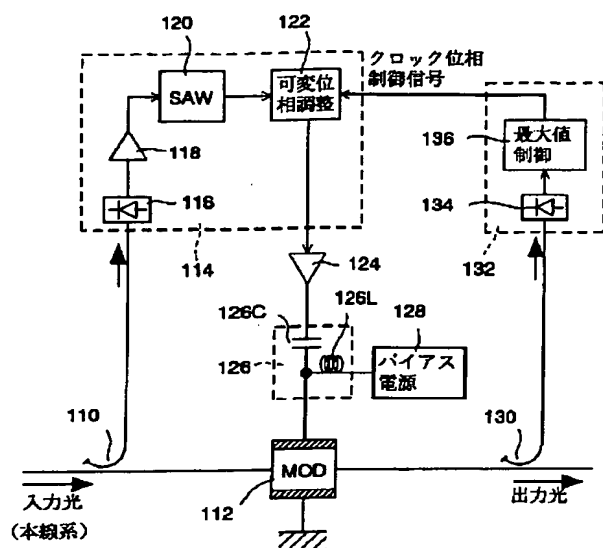




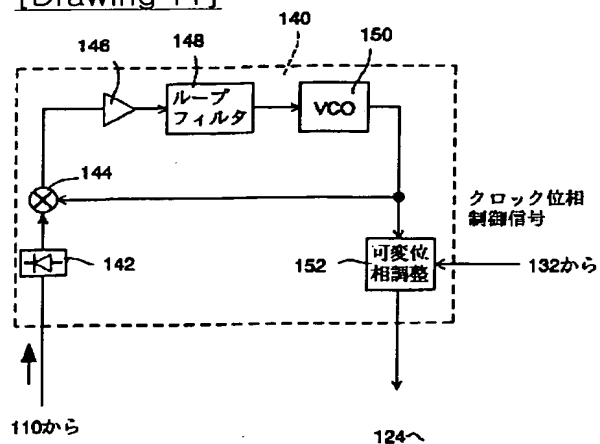
[Drawing 8]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]